

**TOKSISITAS BIOINSEKTISIDA EKSTRAK KULIT JERUK TERHADAP
KUTU LONCAT JERUK *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)
SEBAGAI VEKTOR PENYAKIT CVPD**

*Bioinsecticide Toxicity of Citrus Peel Extract Against Citrus Psyllid *Diaphorina citri*
Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) as CVPD Disease Vector*

Susi Wuryantini, Harwanto, dan Rizky Arya Yudistira

Balai Penelitian Tanaman jeruk dan Buah Subtropika

Jl. Raya Tlekung No. 1 Junrejo, Batu, Jawa Timur 65301

Korespondensi: Susi. Email: susi_wur@yahoo.com

ABSTRAK

Kutu loncat jeruk *Diaphorina citri* adalah hama penting pada tanaman jeruk karena perannya sebagai vektor penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD). Penelitian merupakan pengujian lanjutan dari uji pendahuluan yang dilakukan sebelumnya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui konsentrasi yang efektif dari bioinsektisida ekstrak kulit jeruk *Japansche Citroen* (JC) untuk mengendalikan *D. citri* fase nimfa dan imago. Konsentrasi yang diuji adalah 0% (kontrol); 0.01%; 0.1%; 1%; dan 10% (v/v) dengan pembandingan insektisida imidakloprid 0.1%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak kulit jeruk JC pada konsentrasi 0.1 efektif mengendalikan nimfa *D. citri* mulai 96 jam setelah aplikasi (JSA) dengan mortalitas 69%. Konsentrasi 1% efektif mulai 24 JSA dengan mortalitas 65% dan setelahnya mengalami peningkatan hingga mencapai 100% pada 120 JSA, tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 10% dan insektisida imidakloprid 0.1% dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain serta kontrol. Pada perlakuan terhadap imago konsentrasi yang mampu memberikan mortalitas imago di atas 50% adalah konsentrasi tertinggi 10% pada 96, 120 dan 144 JSA. Hasil penghitungan nilai probit pada 24 JSA nilai LC₅₀ pada nimfa adalah 1.86 dan LC₉₀ adalah 9.10. Perlakuan pada imago LC₅₀ pada 48 JSA adalah 21.34 dan LC₉₀ tidak tercapai. Hasil perhitungan nilai LC₅₀ dan LC₉₀ menunjukkan nilai pada nimfa lebih kecil dibandingkan pada imago. Hal ini menunjukkan bahwa bioinsektisida ekstrak kulit jeruk JC lebih efektif terhadap nimfa daripada imago kutu loncat *D. citri*. Bioinsektisida ekstrak kulit jeruk JC efektif terhadap kutu loncat *D. citri* fase nimfa pada konsentrasi 0,1 dan 1% dan terhadap fase imago efektif pada konsentrasi 10%.

Kata kunci: Toksisitas, ekstrak kulit jeruk, *Diaphorina citri*

ABSTRACT

Diaphorina citri is an important pest in citrus plants because of its role as a vector of *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) disease. The study was a follow-up test of the preliminary tests carried out previously. The aim of this study was to determine the effective concentration of bioinsecticide of *Japansche Citroen* (JC) orange peel extract in controlling *D. citri* in the phases of nymph and imago. The concentration tested was 0% (control); 0.01%; 0.1%; 1%; and 10% (v / v) with a comparison of imidacloprid insecticide 0.1%. The test results showed that the JC citrus peel extract at a concentration of 0.1 effectively controlled the *D. citri* nymph starting at 96 hours after application (HAA) with a mortality of 69%. The concentration of 1% was effective from 24 HAA with a mortality of 65% and thereafter reaching up to 100% at 120 HAA, this was not significantly different from the 10% concentration treatment and imidacloprid insecticide 0.1%, yet was significantly different from other treatments and controls. Citrus peel extract was effective for controlling imago of *D. citri* on 10%

concentration. The concentration that was able to provide mortality above 50% was the highest concentration of 10% at 96, 120 and 144 HAA. The results of the probit analysis showed that the LC_{50} values at 24 HAA on nymphs was 1.86 and the LC_{90} value was 9.10. The treatment on imago the LC_{50} at 48 HAA was 21.34 and the LC_{90} was not achieved. The results of the calculation of the LC_{50} and LC_{90} values showed that the value in nymphs was smaller than in imago. This showed that the bioinsecticide of JC citrus peel extract was more effective against nymphs than imago of *D. citri*. Bioinsecticide of JC citrus peel extract was effective against psyllid nymph of *D. citri* at concentrations of 0.1 and 1% and against the imago phase was effective at 10%.

Keywords: Toxicity, citrus peel extract, *Diaphorina citri*

PENDAHULUAN

Usaha agribisnis jeruk tidak lepas dari permasalahan yang dapat menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas produksi. Penyakit Citrus Vein Phloem Degeneration (CVPD) atau yang dikenal juga dengan Huanglongbing (HLB) sampai saat ini menjadi penyakit utama jeruk di Indonesia dan beberapa negara di dunia. Kerugian yang ditimbulkan akibat serangan penyakit ini adalah kematian tanaman, sehingga produksi jeruk menurun. Sebagai gambaran menurut Dwiastuti (2000), serangan penyakit CVPD di Bali Utara menyebabkan penurunan produksi jeruk sampai 60%. Pada tahun 2012 serangan CVPD di wilayah Kabupaten Bangli, Bali mencapai 54,38% dengan intensitas 9.86% (Swari *et al.* 2014). Penyebaran CVPD di Bali disebabkan karena bibit yang tidak berlabel bebas penyakit mencapai 83% (Wirawan *et al.* 2003). Pertambahan luas serangan CVPD di Bali pada periode April sampai September 2009 berkisar antara 20 sampai 29% (Wijaya *et al.* 2010). Luas panen nasional tahun 2011 adalah 47,181 ribu ha menurun pada tahun berikutnya menjadi 46,187 ribu ha dan berangsur angsur kembali naik menjadi 48,119 ribu ha di tahun 2015. Secara umum dalam kurun waktu tersebut mengalami penurunan sebesar 5,83% (BPS dan Dirjen Hortikultura 2015).

Gejala penyakit CVPD di antaranya adalah daun yang menguning atau klorosis, atau belang-belang tidak teratur yang disebut pula sebagai *blotching*, *yellow*

shoot dan *greening* sektoral pada tanaman yang tidak normal pertumbuhannya. Gejala tersebut berpola tidak teratur dan bervariasi, ukuran daun mengecil dan kaku, pertumbuhannya cenderung mengarah ke atas (Wijaya 2003; Dwiastuti *et al.* 2003; Dwiastuti *et al.* 2011; Swari *et al.* 2014). Pada tanaman yang terserang CVPD buah bentuknya tidak sempurna, dan rasa menjadi lebih asam (Bove 2006). Penyakit CVPD penyebarannya relatif cepat karena adanya serangga vektor yaitu hama kutu loncat jeruk *Diaphorina citri*. Hama ini dikategorikan hama utama karena selain sebagai hama kutu loncat tersebut juga berperan terhadap kerugian tidak langsung yang diakibatkan karena perannya sebagai vektor CVPD (Dwiastuti *et al.* 2011; Balitjestro 2015).

Nimfa dan imago *D. citri* mengisap cairan daun terutama bagian tunas. Serangan mengakibatkan daun jeruk menjadi mengkerut, keriting, layu dan serangan parah dapat mengakibatkan tunas kering dan rontok. Kerusakan yang berat dapat menyebabkan kematian tanaman. Nimfa mengeluarkan sekresi berwarna putih berlilin seperti benang berbentuk spiral dan embun madu. Sekresi dan embun madu tersebut yang jatuh pada permukaan daun dapat menjadi media tumbuhnya cendawan jelaga yang melapisi daun sehingga menyebabkan proses fotosintesis terganggu (Dwiastuti *et al.* 2011; Mead & Fasulo 2011).

Pengendalian penyakit CVPD harus dilakukan secara terintegrasi utamanya dengan penggunaan bibit bebas penyakit

dan pengendalian serangga vektornya yaitu kutu loncat jeruk *D. citri*. Pengendalian terhadap hama tersebut selama ini banyak dilakukan dengan insektisida kimia. Untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan insektisida kimia telah banyak dikembangkan insektisida yang lebih ramah lingkungan, yaitu dari bahan nabati yang terdapat dalam tanaman. Kandungan metabolit sekunder tanaman tertentu dapat berfungsi sebagai pengendali serangga baik sebagai pembunuh, penarik (atraktan) maupun sebagai penolak atau *repellent* (Harwanto *et al.* 2015). Di antara sifat-sifat insektisida nabati adalah mudah terurai di alam, musuh alami relatif aman, dapat dipadukan dengan komponen pengendali yang lain, laju resistensi dapat lebih lambat, ketahanan dan keberlanjutan berusahatani dapat dijamin (Dadang dan Priyono 2011).

Insektisida nabati bersumber dari bahan tanaman yang mengandung metabolit sekunder yang bersifat toksik terhadap serangga. Tumbuhan memproduksi berbagai jenis metabolit sekunder di antaranya flavonoid, terpenoid, dan alkaloid, yang berfungsi sebagai pertahanan diri. Biasanya metabolit sekunder disimpan dalam jaringan tertentu dan dipisahkan dari sitoplasma atau disimpan dalam bentuk senyawa tidak aktif (Bernays dan Chapman 1994). Kulit jeruk adalah limbah organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan insektisida. Kulit jeruk mengandung metabolit sekunder yaitu beberapa senyawa yang sebagian besar tergolong dalam kelompok monoterpenoid, asam lemak dan seskuiterpenoid. Senyawa-senyawa tersebut di antaranya berfungsi sebagai insektisida (Katoh *et al.* 2005; Harwanto 2015). Pada kegiatan ini kulit jeruk yang digunakan adalah kulit jeruk JC yang merupakan limbah buangan dari kegiatan proses pemisahan biji jeruk JC yang digunakan sebagai materi batang bawah jeruk. Harwanto *et al.* (2015) melaporkan, bahwa ekstrak kulit jeruk JC toksik terhadap kutu daun *Aphis gossypii* dan kutu

loncat *D. citri* pada konsentrasi uji 10% dengan berbagai pelarut, dan pelarut aseton memberikan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut lain yaitu akuades, diklormetan, heksan, dan metanol. Hal ini membuat ekstrak dengan pelarut aseton dipilih untuk dilanjutkan pada pengujian ini, dengan mencari konsentrasi efektif.

Pengembangan penggunaan bahan pengendali yang ramah lingkungan salah satunya didasari oleh meningkatnya pengetahuan dan kesejahteraan lapisan masyarakat tertentu di Indonesia. Hal tersebut memberikan peluang penggunaan pestisida nabati masih cukup terbuka, yaitu dengan penyediaan produk pertanian organik. Namun di sisi lain terdapat pula beberapa kendala di antaranya efek yang lambat, membanjirnya insektisida kimia sintetik dengan harga yang relatif murah, keterbatasan dan keseragaman bahan baku, perijinan yang sulit, dan kurangnya kesadaran petani (Yusuf 2012). Oleh karena itu masih terus diperlukan penggalian potensi lebih lanjut untuk peningkatan efisiensi penggunaan insektisida nabati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi uji dari bioinsektisida nabati ekstrak kulit jeruk JC yang efektif untuk pengendalian hama kutu loncat jeruk fase nimfa dan imago.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium entomologi dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (Balitjestro) pada bulan Januari sampai April 2017. Kutu loncat jeruk *D. citri* yang digunakan adalah koleksi yang ada di Balitjestro yang diperbanyak sesuai dengan kebutuhan penelitian. Kulit jeruk JC yang digunakan diperoleh dari limbah ekstraksi biji yang akan digunakan sebagai materi batang bawah pembuatan bibit jeruk.

Metode Penelitian

Pembuatan Ekstrak Bioinsektisida

Metode yang digunakan dalam pembuatan ekstrak bioinsektisida ialah

maserasi. Maserasi merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Bahan yang digunakan dihaluskan berupa serbuk kasar, dilarutkan dengan bahan pengestraksi. (Harborne 1993; Voight R 1995). Kulit jeruk JC yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari limbah hasil ekstraksi biji jeruk sebagai bahan benih batang bawah jeruk. Kulit buah jeruk yang digunakan diiris tipis dan dikeringkan pada suhu 40°C kemudian dibuat menjadi tepung dengan blender. Tepung kulit jeruk JC direndam dalam aseton dengan perbandingan 1:2 (v/v) pada suhu ruang selama 24 jam. Penggunaan pelarut aseton dalam penelitian ini berdasarkan dari penelitian sebelumnya (Harwanto *et al.* 2005). Hasil perendaman selanjutnya disaring untuk mendapatkan filtratnya. Proses selanjutnya adalah penguapan, filtrat yang dihasilkan diuapkan dengan *rotary evaporator* hingga terbentuk cairan pekat yang umum disebut ekstrak. Ekstrak tersebut merupakan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

Penyediaan Serangga Uji *Diaphorina citri*

Serangga uji yang digunakan yaitu *D. citri* fase nimfa, instar dua sampai tiga dan imago. Perbanyakkan *D. citri* dipersiapkan dengan memilih induk yang ada dari koleksi yang ada di rumah kaca laboratorium Entomologi Balitjestro. Perbanyakkan dilakukan di rumah kaca. Tanaman inang yang digunakan untuk perbanyakkan adalah kemuning (*Murraya paniculata*). Induk *D. citri* diinfestasikan pada tunas kemuning yang sudah disiapkan sebagai tempat peletakan telur. Telur yang dihasilkan dipisahkan dari induknya dan dipelihara sampai fase nimfa dan imago dan jumlahnya memenuhi untuk perlakuan. Dalam melakukan perbanyakkan serangga uji, karena target pengujian adalah fase *D. citri* yang berbeda, hal penting yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan waktu perbanyakkan agar diperoleh fase yang diperlukan dalam waktu yang bersamaan.

Aplikasi Bioinsektisida Ekstrak Kulit Jeruk JC

Bioinsektisida yang diuji yaitu ekstrak kulit jeruk JC yang diencerkan sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Pengenceran ekstrak menggunakan akuades. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan yaitu ekstrak kulit jeruk JC dengan konsentrasi 0,01%; 0,1%; 1%; 10%; perlakuan insektisida pembanding imidakloprid 0,1% dan kontrol. Masing-masing perlakuan terdiri atas lima ulangan. Percobaan terdiri dari dua unit yaitu pengujian terhadap fase nimfa dan fase imago. Serangga uji masing-masing fase nimfa dan imago disiapkan dengan menginfestasikan pada tunas tanaman jeruk sebanyak 20 ekor per tunas. Aplikasi bioinsektisida terhadap serangga uji dilakukan dengan menyemprotkan secara langsung larutan ekstrak kulit jeruk JC sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Pengamatan dilakukan pada 2, 4, 24, 48, 72, 96, 120 dan 144 jam setelah aplikasi. Parameter yang diamati adalah jumlah serangga uji yang mati pada tiap perlakuan dan ulangan.

Analisis Data

Data jumlah serangga yang mati pada tiap perlakuan dihitung persentase kematiannya (mortalitas). Data mortalitas tersebut yang akan dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui efektifitas masing-masing perlakuan. Lebih lanjut digunakan analisis Probit untuk mengetahui *lethal dose* (LC₅₀ dan LC₉₀) dianalisis menggunakan program Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam pengujian toksisitas ekstrak kulit jeruk JC untuk mengendalikan imago kutu loncat *D. citri* yang terlihat memberikan hasil yang efektif adalah konsentrasi yang paling tinggi yaitu 10%. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil pada 96 JSA dengan mortalitas sebesar 54% (Tabel 1).

Tabel 1. Mortalitas imago *D. citri* yang diaplikasi insektisida botani ekstrak kulit jeruk JC

Perlakuan	Persentase Mortalitas Imago <i>D. citri</i> (%)							
	2 JSA	4 JSA	24 JSA	48 JSA	72 JSA	96 JSA	120 JSA	144 JSA
Kontrol	0 ^b	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^d	0 ^d	1 ^d	1 ^d
0.01%	0 ^b	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^d	0 ^d	1 ^d	1 ^d
0.1%	0 ^b	0 ^b	0 ^c	0 ^c	3 ^{cd}	3 ^d	5 ^d	6 ^d
1%	0 ^b	0 ^b	3 ^c	6 ^c	10 ^c	12 ^c	14 ^c	16 ^c
10%	0 ^b	1 ^b	9 ^b	27 ^b	44 ^b	54 ^b	57 ^b	71 ^b
Imidakloprid 0,1%	8 ^a	22 ^a	69 ^a	95 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada uji selang berganda Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Mortalitas selanjutnya meningkat pada 120 dan 144 JSA sebesar masing-masing 57% dan 71%. Konsentrasi lebih rendah dari 10% terlihat kurang efektif terhadap pengendalian imago, yang ditunjukkan oleh mortalitas pada konsentrasi 1% pada pengamatan terakhir 144 JSA mortalitas yang dihasilkan hanya 16%. Pada penelitian ini mortalitas imago *D. citri* pada 96 jam dengan konsentrasi

tertinggi 10% adalah 54% berbeda nyata dengan perlakuan lain dengan mortalitas yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan insektisida imidakloprid dengan mortalitas 100%. Pada uji pendahuluan yang dilakukan pada konsentrasi yang sama mortalitasnya 58% (Harwanto *et al.* 2016), sehingga dapat dinyatakan bahwa efektifitasnya terhadap imago relatif rendah.

Tabel 2. Mortalitas nimfa *D. citri* yang diaplikasi insektisida botani ekstrak kulit jeruk JC

Perlakuan	Persentase Mortalitas Nimfa <i>D. citri</i> (JSA)							
	2	4	24	48	72	96	120	144
Kontrol	0 ^c	0 ^c	0 ^b	0 ^d	0 ^d	0 ^c	0 ^c	3 ^d
0.01 %	0 ^c	0 ^c	0 ^b	1 ^d	2 ^d	0 ^c	7 ^c	9 ^c
0.1 %	0 ^c	5 ^c	5 ^b	13 ^c	47 ^c	69 ^c	73 ^b	77 ^b
1%	0 ^c	5 ^c	65 ^a	72 ^b	88 ^b	99 ^b	100 ^a	100 ^a
10%	11 ^a	12 ^b	70 ^a	96 ^a	97 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Imidakloprid 0,1%	8 ^b	22 ^a	69 ^a	95 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada uji selang berganda Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Ekstrak kulit jeruk JC yang diuji terhadap nimfa *D. citri* terlihat cukup efektif. Hal tersebut ditunjukkan oleh perlakuan konsentrasi 0,1% dapat mengendalikan nimfa *D. citri* dengan mortalitas mencapai 69%, 73% dan 77% masing-masing pada 96, 120 dan 144 JSA. Pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 1% dan 10% mortalitas pada 24 JSA sudah diatas 50% yaitu 65% dan 70%. Pada pengamatan berikutnya yaitu 48, 72, dan 96 JSA mortalitas nimfa *D. citri* pada perlakuan konsentrasi ekstrak kulit jeruk JC 1% berturut-turut adalah 72%, 88%, dan 99%. Pada 120 JSA mortalitas nimfa *D.*

citri sudah mencapai 100%. Pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 10% mortalitas nimfa *D. citri* 100% dicapai pada 96 JSA.

Tabel 3. Nilai LC 50 dan LC90 ekstrak kulit jeruk yang diaplikasikan pada kutu loncat jeruk *D. citri*

Fase <i>D. citri</i> / Waktu pengamatan	LC ₅₀ (%)	LC ₉₀ (%)
Nimfa :		
24 JSA	1.86	9.10
48 JSA	0.50	5.52
72 JSA	0.03	2.00
Imago :	-	-
24 JSA	21.34	-
48 JSA	7.44	52.02
72 JSA	5.69	36.14

Berdasarkan hasil analisis probit yang dilakukan diperoleh bahwa nilai LC₅₀ untuk perlakuan terhadap nimfa pada 24 JSA adalah 1.86 dan nilai LC₉₀ adalah 9.10. Nilai LC semakin menurun pada pengamatan selanjutnya. Perlakuan terhadap imago pada 24 JSA LC₅₀ dan LC₉₀ belum tercapai. Pada 48 JSA nilai LC₅₀ adalah 21.34, pada 48 dan 72 JSA masing-masing adalah 7.44 dan 5.69. LC₉₀ pada 24 dan 48 JSA tidak tercapai. Pada 72 JSA sebesar 52.02 dan pada 96 JSA nilai LC₉₀ pada imago adalah 36.14. Aplikasi bioinsektisida ekstrak kulit jeruk JC pada nimfa *D. citri* terlihat lebih efektif dibandingkan dengan aplikasi pada imago. Hal tersebut terlihat pada hasil LC₅₀ dan LC₉₀ yang dicapai. Nilai LC yang lebih rendah pada perlakuan nimfa *D. citri* menunjukkan bahwa bioinsektisida ekstrak kulit jeruk JC lebih toksik dan efektif terhadap fase nimfa dibandingkan fase imago. Hasil penelitian Boina *et al.* (2009) bahwa Imago *D. citri* dengan paparan Imidakloprid toksisitas LC₅₀ pada konsentrasi 0,09, 0,31 dan 0,08 masing-masing pada suhu 17°C, 27°C dan 37°C. Insektisida golongan organofosfat, karbamat, avermektin dan neonicotinoid (imidakloprid) lebih efektif diterapkan pada kondisi suhu yang relatif panas diatas 25°C dibandingkan dengan piretroid yang sesuai diaplikasikan pada suhu rendah. Hal demikian dapat dijadikan pertimbangan untuk rotasi penggunaan insektisida untuk pengendalian *D. citri*.

Dari hasil analisis yang dilakukan baik dengan RAL maupun analisis probit terlihat bahwa insektisida botani ekstrak kulit jeruk JC yang diuji efektif terhadap nimfa, namun kurang efektif terhadap imago *D. citri*. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa bioinsektisida kulit jeruk JC dapat digunakan untuk pengendalian kutu loncat *D. citri* fase nimfa pada tanaman jeruk dengan konsentrasi 0,1 dan 1% dan untuk fase imago pada konsentrasi yang lebih besar yaitu 10%.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Bioinsektisida ekstrak kulit jeruk JC pada konsentrasi 0,1% dan 1% efektif untuk mengendalikan kutu loncat *D. citri* fase nimfa, untuk fase imago efektif pada konsentrasi 10%.
2. Berdasarkan nilai LC₅₀ dan LC₉₀ yang diperoleh bioinsektisida ekstrak kulit jeruk JC lebih efektif terhadap nimfa *D. citri* dibandingkan dengan imago.
3. Konsentrasi 0.1 dan 1% efektif untuk mengendalikan nimfa *D. citri* dan untuk pengendalian imago perlu konsentrasi yang lebih besar hingga 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitjestro. 2015. *Mengenal Penyakit CVPD* (Huanglongbing). <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/penyakit-cvpd-huanglongbing-pada-tanaman-jeruk/>. Diakses pada 12 Maret 2019.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2015. *Luas Panen Jeruk Siam/Keprok Menurut Provinsi, 2011-2015*.

- Bernays EA dan Chapman RF. 1994. *Host Plant Selection by Phytophagous Insects*. Chapman & Hall Inc. New York.
- Boina DR, Onagobla EO, Salyani M, Stelinski L. 2009. Influence of Posttreatment Temperature on the Toxicity of Insecticides Against *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *J. Econ. Entomol.* 102(2): 685-691
- Bove' JM. 2006. Huanglongbing: A Destructive, Newly Emerging Century-Old Disease of Citrus. *J. Plant Pathol.* 88(1): 7-37.
- Dadang dan Prijono Dj. 2011. Pengembangan Teknologi Formulasi Insektisida Nabati Untuk Pengendalian Hama Sayuran Dalam Upaya Menghasilkan Produk Sayuran Sehat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 16 (2): 100-111.
- Dwiastuti ME. 2000. Evaluasi Ketahanan Varietas Jeruk Terhadap Penyakit CVPD Isolat Lumajang. *J. Hort.* 10(1):21-29.
- Dwiastuti ME, A Triwiratno, dan UN Taflikah. 2003. Hubungan Gejala Blotching, Defisiensi Zn dan Fe dengan Hasil Deteksi Penyakit CVPD Jeruk dengan Polymerase Chain Reaction. *J. Hort.* 13(2):131-137.
- Dwiastuti ME, A Triwiratno, O Endarto, Wuryantini S dan Yunimar. 2011. Pengenalan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Jeruk. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. Badan Litbang Pertanian.
- Harborne JB. 1993. *Introduction to ecological biochemistry*. 4th edn. Academic Press, London. P.318.
- Harwanto, Wuryantini S, Endarto E, dan Yunimar. 2015. Teknologi Bioprosesing Insektisida Botani yang Bersumber dari Metabolit Sekunder yang Dihasilkan tanaman. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika.
- Harwanto, Wuryantini S, Endarto E, dan Yunimar. 2016. Teknologi Proses Produk Metabolit Sekunder Tanaman sebagai Insektisida Botani terhadap Hama Utama Tanaman Jeruk. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika.
- Katoh A, H Ohki, K Inai dan T.Hashimoto. 2005. Molecular Regulation of Nicotine Biosynthesis. Mini review. *Plant Biotech.* 22:389-392.
- Mead FW, Fasulo TR. 2011. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae). *EENY*. 33. IFAS Extension. Univ of Florida.
- Swari NP, Adiartayasa MW, Wijaya IN. 2014. Deteksi Penyakit Citrus Vein Phloem Degeneration (CVPD) dengan Teknik Polymerase Chain Reaction (PCR) pada Tanaman Jeruk di Bali. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 3(2): 70.
- Voight R. 1995. *Buku Pelajaran Teknologi Ekstraksi*. Diajilahkan oleh Soewandhi SN Edisi 5. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wijaya IN. 2003. *Diaphorina citri* KUW (Homoptera: Psyllidae): Bioteknologi dan Perannya Sebagai Vektor Penyakit CVPD (Citrus Vein Phloem Degeneration) Pada Tanaman Jeruk Siam. [Disertasi] Bogor:

Program Pascasarjana Institut
Pertanian Bogor

- Wirawan IGP, Sulistyowati L. dan Wijaya IN. 2003. Mekanisme Tingkat Molekul Infeksi Penyakit CVPD pada Tanaman Jeruk dan Peran *Diaphorina citri* Kuw. Sebagai Serangga Vektor. Denpasar. Lemlit. Universitas Udayana.
- Wijaya IN, Adiartayasa W, Sritamin M, dan Yuliadhi KA. 2010. Dinamika Populasi *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) dan Deteksi CVPD dengan Teknik PCR. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 7(2):78-87.
- Yusuf R. 2012. Potensi Dan Kendala Pemanfaatan Pestisida Nabati Dalam Pendalian Hama Pada Budidaya Sayuran Organik. Seminar UR-UKM ke-7 2012 "Optimalisasi Riset Sains dan Teknologi Dalam Pembangunan Berkelanjutan". 171-173.
<http://repository.unri.ac.id>.